BIM 在天门农业电子商务科技产业园项目中的绿色应用

黄玉婷[1]　程向东[1]　汤文华[1]　徐年喆[1]　刘政斌[2]

（1. 武汉纺织大学环境工程学院，武汉　430200；2. 湖北天一建筑设计有限公司，武汉　430200）

【摘　要】随着时代的发展和科技的进步，基于 BIM 技术的绿色建筑设计应用需求增加。本文阐述了以绿色为目的、BIM 技术为手段，在天门农业电子商务科技产业园建筑的寿命周期内，通过数字化的建筑模型、建筑能耗的分析调整、各专业的协调优化来助推建筑向绿色指标靠得更近的方案。通过在设计方案绿色可持续化的探索，增加建筑物的环境性能，实现绿色建筑的环保和节约资源的目标，为今后 BIM 在绿色建筑设计领域的结合设计应用提供理论参考和借鉴作用。

【关键词】BIM 技术；绿色应用；全生命周期
【中图分类号】TU17；TU201.5　【文献标识码】A　【文章编号】1674－7461（2017）05－0034－07
【DOI】10.16670/j.cnki.cn11－5823/tu.2017.05.06

绿色建筑是指在建筑的寿命周期内，最大限度的节约资源，通过节能、节地、节水、节材、保护环境和减少污染，提供健康适用、高效使用，与自然和谐共生的建筑。BIM 技术则通过对建筑全生命周期管理，为优化设计、施工、运营等方面提供了可能。目前我国每年新建建筑 80% 以上为高耗能建筑，既有建筑 95% 以上是高能耗建筑，单位建筑面积能耗是发达国家的 2～3 倍以上[1]。绿色建筑节能评价标准包括室外环境、能源利用、水资源利用、材料资源利用、室内环境质量、施工运行管理[2]。本项目以绿色指标为基础，通过 BIM 平台下的结合能量分析软件的绿色建筑设计，优化减少围护结构、照明、空调模式能耗，改善室内外环境，节省施工运维成本，赋予建筑“绿色生命”。

1　工程概况

1.1　项目简介

本项目是天门汉达科技有限公司向市城乡规划局申报的互联网＋天门农业电子商务科技产业园建设项目，位于北湖大道以北，东环路以西。该项目规划总建筑面积约 64 002m^2，其中子项目商务建筑面积 15 503m^2，地上七层，地下一层，高 32.45m，设计范围包括土建、结构、暖通、给排水、电气等专业。项目采用 BIM 技术进行绿色深化设计，同时，在云平台中保持信息的不断更新并能够指导后期施工。最终项目整体模型如图 1 所示。



图 1　项目整体模型

1.2　工程特点和难点

该项目最大的难点是商业综合体项目功能多、

【作者简介】黄玉婷（1996－），女，全国 BIM 一级建模师，全国二级建造师，武汉纺织大学 BIM 制图协会副会长。主要研究方向：建筑环境与能源应用工程。

空间关系复杂。如果各专业之间设计、施工配合不协调,易造成错、漏、碰、缺,这些设计隐患既会导致返工,工期和成本增加,同时,还不能满足绿色建筑要求,出现质量问题。

2 BIM 组织与应用环境

2.1 BIM 应用目标

(1)解决工程设计质量问题;

(2)探索 BIM 技术为绿色建筑的可持续发展提供分析工具;

(3)应用项目建模、碰撞检测、模拟分析、管线综合等 BIM 技术,解决业主对工程项目管理目标实现的诉求。

2.2 团队组织

本团队负责 BIM 模型的搭建与设计优化,按照项目全寿命周期的要求,进行土建建模、结构荷载分析、建筑能耗分析、空调舒适性分析、设计方案优化、碰撞检测、设备管线协调、成本数据分析、施工方案优化等,实现土建、机电工程、工艺设备等全专业协调,开展设计方案绿色可持续化的探索。将平面图纸中存在的问题及优化方案与湖北天一建筑设计有限公司进行接洽。反馈各分部分项工程出现的具体问题。最终通过 BIM 模型优化方案指导施工。如图 2 所示。



图 2 BIM 项目全周期流程

3 BIM 实施与应用

3.1 BIM 数字化建模

本项目主要用 REVIT 进行模型的建立。土建专业与其他各专业息息相关,作为链接主文件的模型,向其他所有模型提供轴网坐标为基准。接下来进行项目各专业的设计与整合。结构模型又作为参照物,利用设备链接碰撞设置实施碰撞检测,这样相对合理,主要缩小碰撞检测范围,更易于快速定位检测点。如图 3 所示。

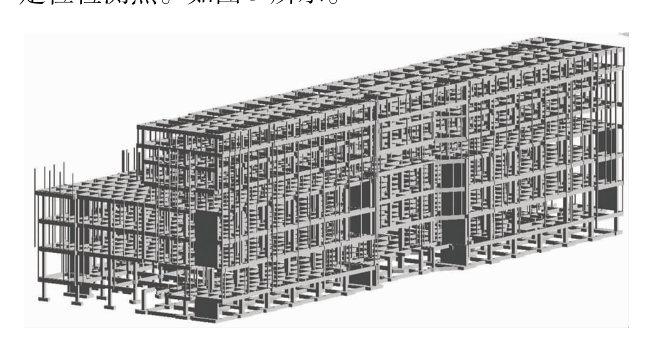


图 3 结构系统模型

暖通空调系统作为机电中的重中之重,占据了近 60% 能耗,且风管体积较大,采取水管绕风管、小管绕大管的原则,故暖通模型又作为机电专业中的链接主文件。给排水系统分为喷淋系统与消火栓系统两部分,利用 BIM 中族的插入与图元属性进行深化设置,自动生成布局。电气部分主要考虑电缆桥架与其他各专业之间的碰撞,照明系统结合日照分析,合理确定灯具的功率及位置。最终优化整合,将土建结构与机电系统合成整体模型,为设计提供模拟现场施工的碰撞检查平台,保证施工的质量和准确性[3]。如图 4 所示。



图 4 机电总模型

3.2 BIM 应用情况

3.2.1 BIM 模型标准的统一

标准的统一与模型精细程度息息相关,本项目中根据出图规范进行样板文件的标准设置,基于样板文件绘制的任何新文件均继承来自样板的所有族、设置(如单位、填充样式、线样式、线宽和视图比例)以及几何图形,对各专业不同系统等进行相应

土木建筑工程信息技术
Journal of Information Technology in Civil Engineering and Architecture

颜色的区分，最终达到机电各专业既直观又区别明显的目的[4]。如图5～6所示。

类型参数

参数	值
标注字符串类型	连续
引线类型	弧
引线记号	无
文本移动时显示引线	远离原点
记号	对角线 3mm
线宽	1
记号线宽	4
尺寸标注线延长	0.0000 mm
翻转的尺寸标注延长线	2.4000 mm
尺寸界线控制点	图元间隙
尺寸界线长度	2.4000 mm
尺寸界线与图元的间隙	2.0000 mm
尺寸界线延伸	2.5000 mm
尺寸界线的记号	无
中心线符号	无
中心线样式	实线
中心线记号	对角线 3mm
内部记号显示	动态
内部记号	对角线 3mm
同基准尺寸设置	编辑...
颜色	绿色
尺寸标注线捕捉距离	8.0000 mm

图5　标注文字的设置

给排水专业	自动喷淋系统	颜色：紫色；填充图案：实体填充
	消火栓系统	颜色：红色；填充图案：实体填充
	生活给水系统	颜色：绿色；填充图案：实体填充
暖通专业	送风	颜色：RGB 000-191-255；填充图案：实体填充
	排风	颜色：RGB 255-127-000；填充图案：实体填充
	排烟	颜色：RGB 153-000-000；填充图案：实体填充
电气专业	电缆桥架	颜色：RGB 076-076-153；填充图案：实体填充

图6　各系统颜色方案

3.2.2　BIM绿色应用的探索

绿色建筑需利用自然资源，或二次资源进行建造，项目借助BIM底层数据具备开放性的特点，分析包括绿色条件的采光、能源、通风和材料等有关绿色建筑性能，优化设计方案。

3.2.3　节地与围护结构的优化

建筑的方位要根据所处位置的光照和风向所决定，合理利用BIM技术，对建筑周围环境及建筑物空间进行模拟分析，将光照、温度、风力、材料等数据在模型里进行试验，根据光环境、太阳辐射、环境影响、阴影遮挡等优化建筑的形体、朝向、楼距、墙窗比等设计，反馈得出合理的场地规划、建筑物布局等方案。如图7～8所示。

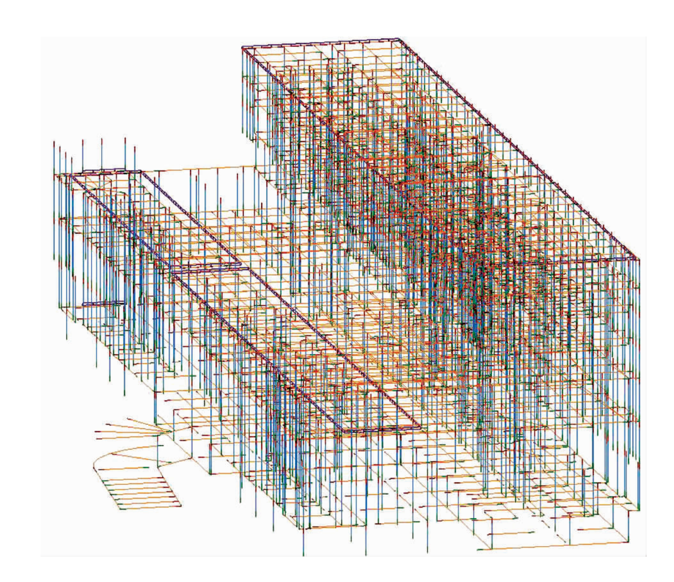


图7　分析结构强度和刚度

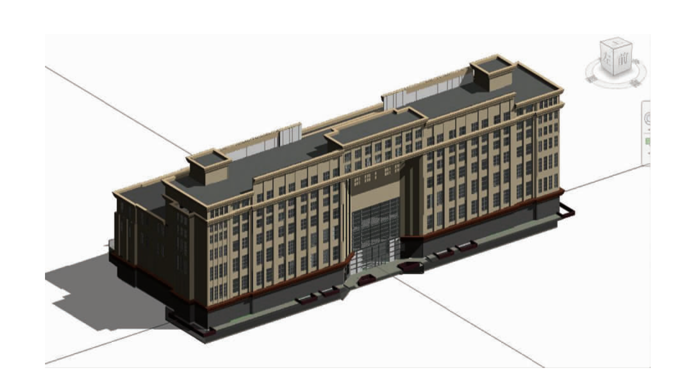


图8　日照阴影遮挡效果

3.2.4　节能与空调系统的优化

绿色建筑应减少采暖和空调的使用，在室内根据自然通风的原理设置风冷系统[1]。通过BIM模型数据计算空调冷负荷、热负荷，优化冷热源配置，减少装机容量。图9～10是夏季典型设计日的冷负荷分析，反馈出14时的影响较大。针对此问题本设计对不同的房间按功能进行空调系统的划分，一至三层农产品展示中心等设置集中空调，办公室、消防控制中心等小房间采用风机盘管加新风系统，将能耗降至最小。

全年逐时负荷变化情况等如图11～12，本项目夏季冷负荷较大、冬季热负荷较小，除对系统进行合理的服务分区之外，更需将空调自动化方案设置与负荷能耗的时空分布规律相结合，形成机电系统控制策略优选方案，满足绿色节能设计要求。

3.2.5　节材与管道系统的优化

传统的建筑在设计阶段与施工阶段均存在管

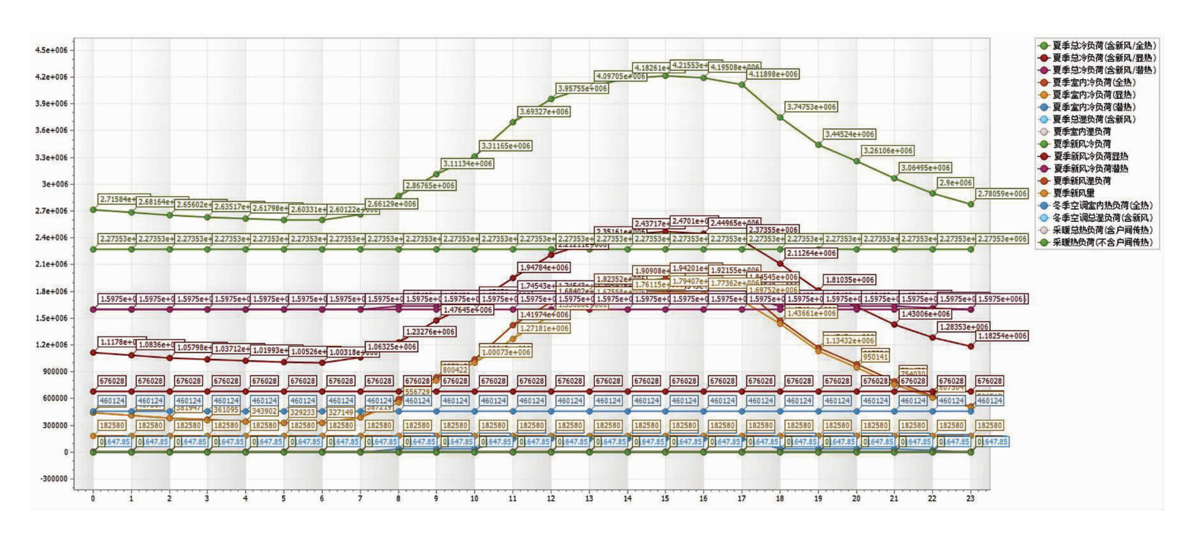


图 9　夏季典型设计日冷负荷

1. 工程信息

	工程名字	工程编号	建设单位	计算人	审定人	校对人	日期	冷负荷单位	热负荷单位	湿负荷单位	冷负荷修正系数	热负荷修正系数	湿负荷修正系数
基本参数	BIM龙图杯	天门农贸市场	武汉纺织大学	黄玉婷	占文斌	李莹	2017-4-26	W	W	kg/h	1	1	1

2. 气象参数

基本参数	国家	省份	城市	经度(°E)	纬度(°N)	
	中国	湖北省	武　汉	114.13	30.61	
夏季参数	夏季大气压(Pa)	夏季室外空调计算日平均温度(℃)	夏季室外空调计算干球温度(℃)	夏季室外空调计算湿球温度(℃)	夏季室外平均风速(m/s)	大气透明度等级
	100170	31.9	35.2	28.2	2.6	4

3. 工程负荷统计

3.1 夏季负荷统计

时间		8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00
夏季负荷统计	面积(㎡)	12176.86	12176.86	12176.86	12176.86	12176.86	12176.86	12176.86	12176.86	12176.86	12176.86	12176.86	12176.86	12176.86
	夏季总冷负荷最大时刻(含新风/全热)(h)	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00
	夏季室内冷负荷最大时刻(全热)(h)	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00
	夏季总冷负荷(含新风/全热)	2867650	3111343	3311649	3693271	3957546	4097047	4182609	4215534	4195080	4118982	3747534	3445239	3261062
	夏季室内冷负荷(全热)	594123	837815	1038121	1419743	1684018	1823519	1909082	1942006	1921552	1845455	1474006	1171711	987534
	夏季总湿负荷(含新风)	2273.145	2273.145	2273.145	2435.706	2435.706	2435.706	2435.706	2435.706	2435.706	2435.706	2273.145	2273.145	2273.145
	夏季室内湿负荷	54.945	54.945	54.945	217.506	217.506	217.506	217.506	217.506	217.506	217.506	54.945	54.945	54.945
	夏季新风量(m^3)	182579.8	182579.8	182579.8	182579.8	182579.8	182579.8	182579.8	182579.8	182579.8	182579.8	182579.8	182579.8	182579.8
	夏季新风冷负荷	2273528	2273528	2273528	2273528	2273528	2273528	2273528	2273528	2273528	2273528	2273528	2273528	2273528
	夏季新风机组冷负荷(全热)	2273528	2273528	2273528	2273528	2273528	2273528	2273528	2273528	2273528	2273528	2273528	2273528	2273528
	夏季新风机组冷负荷(显热)	676028	676028	676028	676028	676028	676028	676028	676028	676028	676028	676028	676028	676028
	夏季新风机组冷负荷(潜热)	1597500	1597500	1597500	1597500	1597500	1597500	1597500	1597500	1597500	1597500	1597500	1597500	1597500
	夏季总冷负荷建筑指标(含新风)	235.5	255.5	272	303.3	325	336.5	343.5	346.2	344.5	338.3	307.8	282.9	267.8
	夏季总湿负荷建筑指标(含新风)	0.187	0.187	0.187	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.187	0.187	0.187

图 10　负荷计算书分析

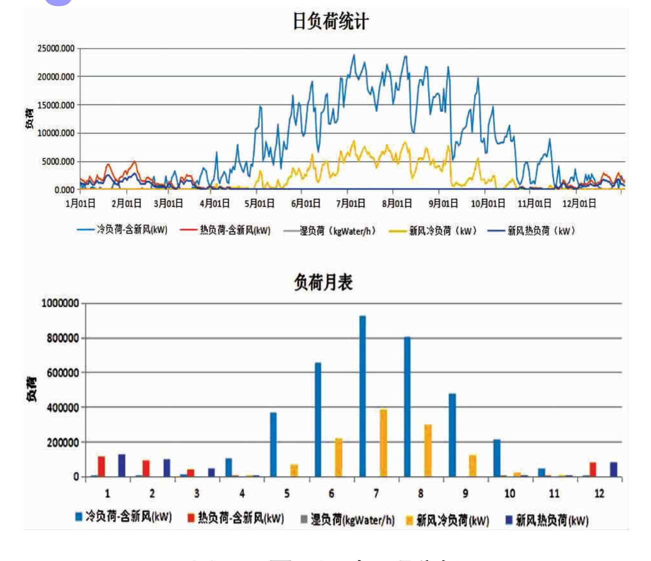


图 11　夏至逐时日照分析

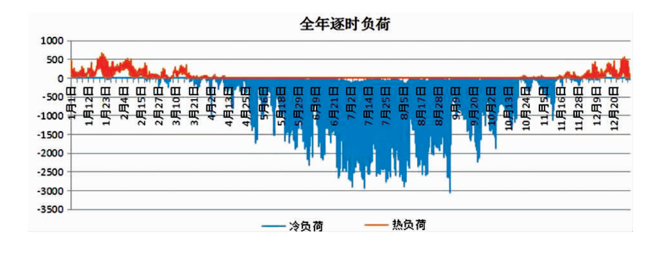


图 12　全年逐时负荷模拟

道的浪费问题。如设计时设备系统的错漏，施工时各个专业的管道碰撞等。本项目设计时利用 BIM 中风管、水管的水力计算，得出最不利环路流量、流速、压力损失等情况，通过压力损失报告，指导管道优化布置，以期用最短的管路形成最经济合理的系统；提高建筑设备系统能源利用率，减小材料的损失[5]。如图 13 ~ 14 所示。

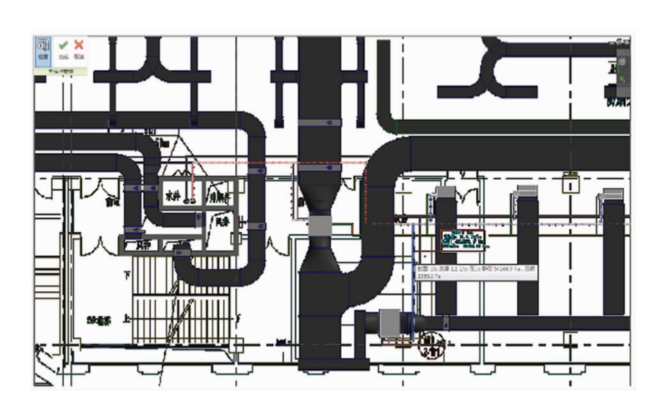


图 13　风管水力计算分析

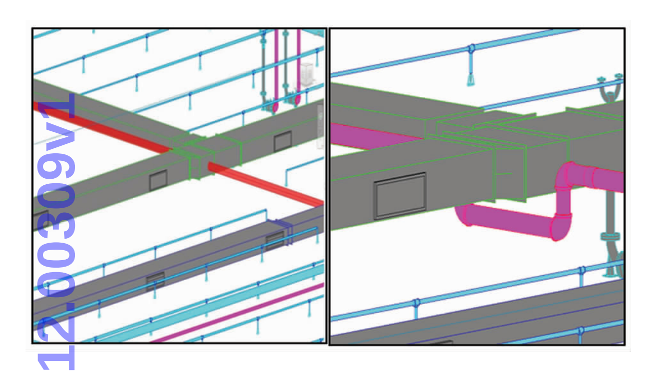


图 14　碰撞检测优化

在二维图纸转化到三维模型过程中，将各个不同专业之间的问题进行协调，在统一的三维建筑模型里进行对比优化，避免后期施工因管线冲突而造成返工和材料浪费问题，在设计阶段满足绿色节材要求[6]。

本项目以机电让土建、水管绕风管、小管让大管的原则，自动检测出 2 644 个碰撞，经过分析，其中仅有 621 处有效碰撞可能会造成工程返工，有效率为 23.5%，其余的 76.5% 都可以现场解决不会，不会对施工产生影响，有效避免后期大量的机电管线拆改工作量，当重新定义碰撞规则之后，可以发现暖通与给排水、给排水与给排水、给排水与结构以及电气之间有效碰撞率得到了很大的提升分别从 21%、19%、21%、20% 提升到 62%、45%、65%、55%[7]。

3.2.6　室内环境控制效果的建模

本项目采用 Ansys 的 CFX 进行 CFD 气流组织计算，进行建筑自然温升的模拟。从图(16)中可以发现，地上一层南向房间温度最高，高达 50℃，主要原因是南向为大片的玻璃幕墙结构。故在暖通设计时，通过把玻璃幕墙改用 Low-E 中空玻璃，以及改变窗墙比措施，降低房间夏季辐射得热冷负荷与原建筑的总能耗相比节能 12.6%，得到较为满意的大空间环境控制效果[8]。如图 16~17 所示。

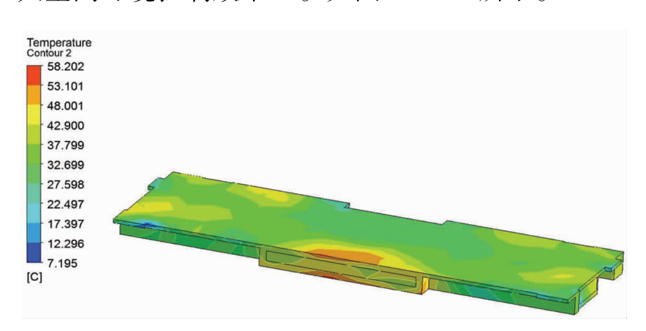


图 16　首层自然升温模拟

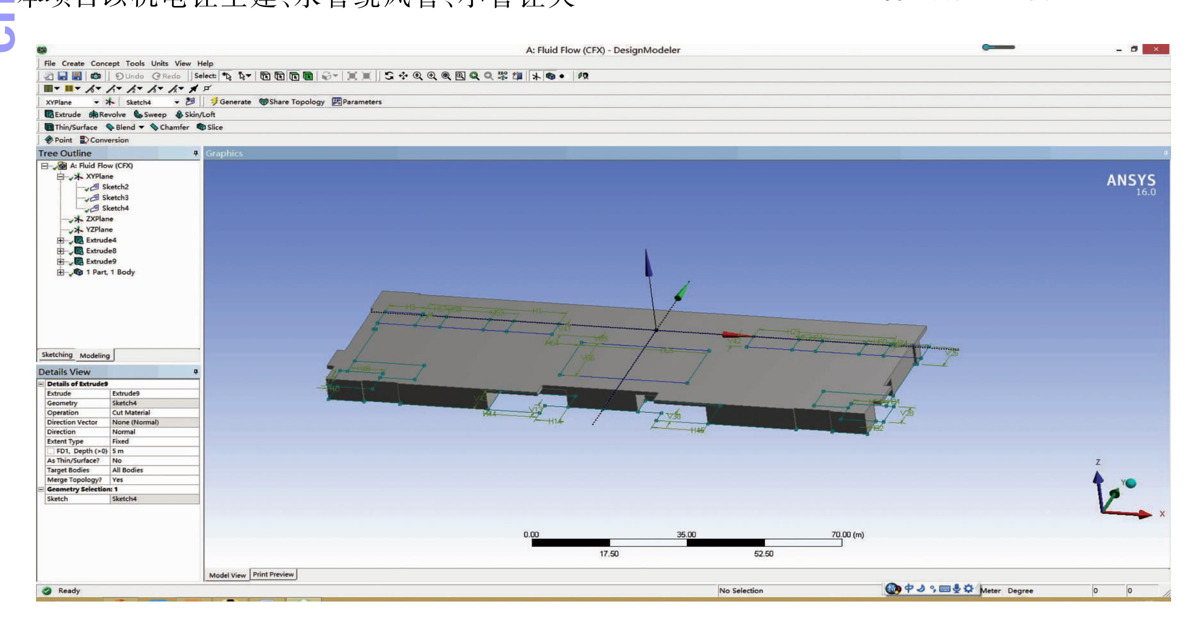


图 15　CFD 模拟构建

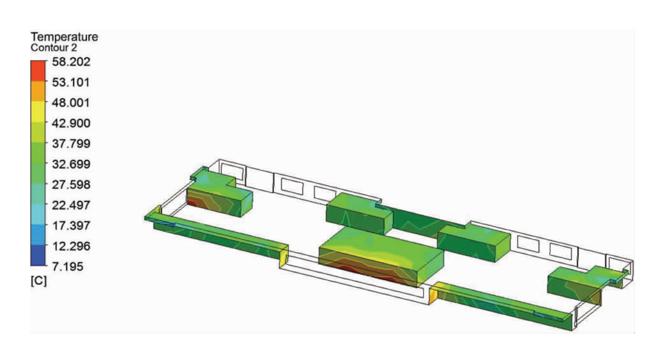
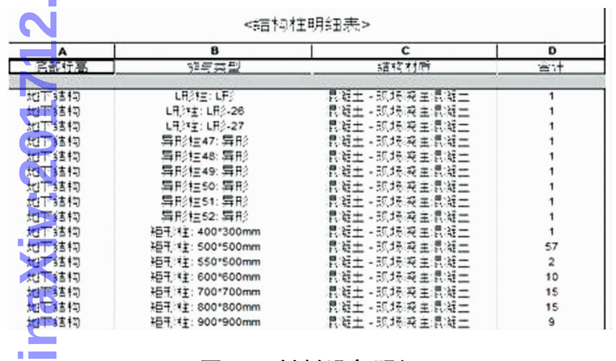


图 17　室内温度场变化情况

3.2.7　施工运行管理的优化

绿色建筑的实施涵盖了设计、建造、使用、维修、拆除等建筑全生命周期。本项目应用 BIM 集成管理建筑材料的制造、运输和安装，建筑系统的建造、运行、维护以及最后的拆除等全过程。为控制工程造价、节省工期，在 BIM 模型中输入材料、构件和设备信息，对制作、购买、运输、出库到现场管理、使用的全过程进行动态跟踪，避免浪费。如图 18～19 所示。



<结构柱明细表>

A	B	C	D
底部标高	族与类型	结构材质	合计
地下结构	L形柱: L形	混凝土 - 现场浇注混凝土	1
地下结构	L形柱: L形-26	混凝土 - 现场浇注混凝土	1
地下结构	L形柱: L形-27	混凝土 - 现场浇注混凝土	1
地下结构	异形柱47: 异形	混凝土 - 现场浇注混凝土	1
地下结构	异形柱48: 异形	混凝土 - 现场浇注混凝土	1
地下结构	异形柱49: 异形	混凝土 - 现场浇注混凝土	1
地下结构	异形柱50: 异形	混凝土 - 现场浇注混凝土	1
地下结构	异形柱51: 异形	混凝土 - 现场浇注混凝土	1
地下结构	异形柱52: 异形	混凝土 - 现场浇注混凝土	1
地下结构	矩形柱: 400*300mm	混凝土 - 现场浇注混凝土	1
地下结构	矩形柱: 500*500mm	混凝土 - 现场浇注混凝土	57
地下结构	矩形柱: 550*500mm	混凝土 - 现场浇注混凝土	2
地下结构	矩形柱: 600*600mm	混凝土 - 现场浇注混凝土	10
地下结构	矩形柱: 700*700mm	混凝土 - 现场浇注混凝土	15
地下结构	矩形柱: 800*800mm	混凝土 - 现场浇注混凝土	15
地下结构	矩形柱: 900*900mm	混凝土 - 现场浇注混凝土	9

图 18　材料设备明细

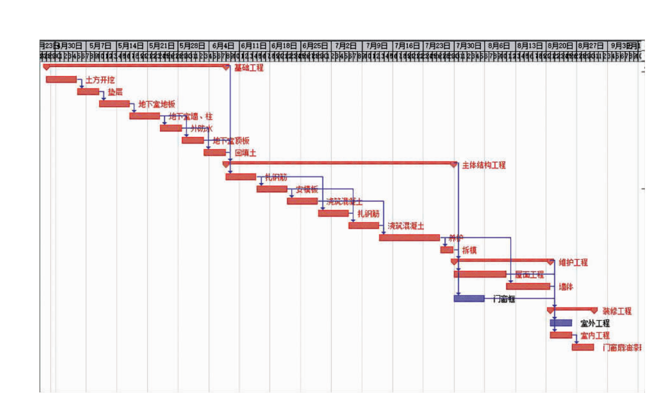


图 19　施工横道图



图 21　优化后可视化协调

4　应用效果

通过应用 BIM 技术，针对设计中的重点、难点进行模拟，寻找更加合理的设计解决方案。三维模型为二维图纸提供了审核与校验，并为二维图纸的深化设计提供帮助，最终通过可视化分析、三维模型、漫游等视频协助业主解决施工过程可能出现的

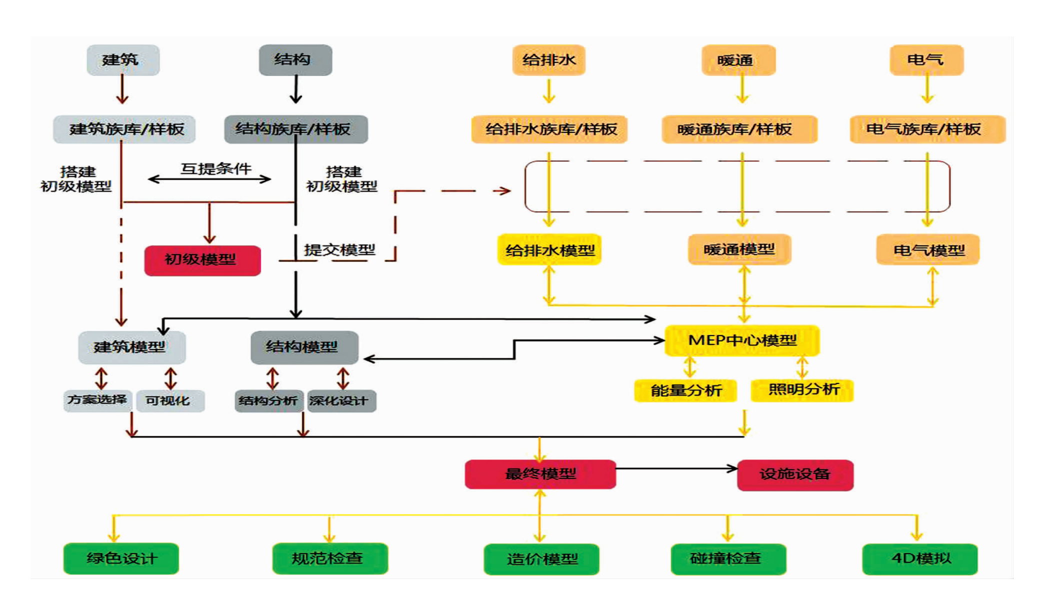


图 20　本项目 BIM 工作流程与绿色应用

问题。MEP 系统之间碰撞的提前解决也同时节约了工期,土建工程安装由原来的 273 天降低到 200 天,工期减少了 73 天,暖通工程安装由原来的 625 天降低到 519 天,工期减少了 106 天,同时利用成本统计及分析功能,预估材料用量,优化材料分配,发现 9 种不同类型碰撞在成本节约中, 67% 来自于电气和暖通, 14% 来自于暖通和给排水, 9% 来自于给排水和给排水,这三种碰撞总共贡献 90% 的成本节约,使建造成果更接近绿色目标。如图 20 ~21 所示。

5 总结与展望

本项目将 BIM 的技术优势应用于建筑的绿色节能环保设计,致力于探索天门农业电子商务科技产业园项目全生命周期绿色节能环保的解决方案。将绿色建筑提倡将节能环保的理念与 BIM 相结合,深度应用与节地、节水、节材、节能及施工管理、运营及维护管理五个方面[9]。

在 REVIT 与其他能耗分析软件的信息协同共享过程中,三维设计界面和用途广泛的性能分析、模拟功能有利于绿色设计,但它们之间的交换不完全是双向的。模型信息可以进入到能耗分析软件中进行模拟分析,反过来的话,需要改变格式或重新写数据进入到 Revit 里。未来可以进行插件的设计优化,达到同步更新双向协同,这对于 BIM 技术应用于整个绿色建筑的设计有很大的辅助作用。

参考文献

[1] 程斯茉. 基于 BIM 技术的绿色建筑设计应用研究[D]. 湖南:湖南大学, 2013.
[2] GB/T50378-2014 绿色建筑评价标准[S]北京:中国建筑工业出版社,2014
[3] 扈超,刘庚凡, 孟士婕. BIM 技术在建筑电气设计中的应用[J]. BIM 电气设计技术,2015,9(1): 49-52.
[4] 荣慕宁, 张二龙,高丽,等. BIM 技术在机电管线综合中的应用[J]. 建筑技术,2016(2): 1-2.
[5] 章明, 李高才,谢锦波. 基于 BIM 的 MEP 管线综合技术应用研究——武汉唐家墩万科 K3 地块项目为例[J]. 华中建筑,2015(9): 2-4.
[6] 高兴华, 张洪伟,杨鹏飞. 基于 BIM 的协同化设计研究[J]. 中国勘察设计,2015(1): 2-6.
[7] 翟斌. 基于 BIM 技术的绿色建筑设计应用探析[J]. 建筑工程技术与设计,2015(9):429.
[8] 曾旭东, 赵昂. 基于 BIM 技术的建筑节能设计应用研究[J]. 重庆建筑大学学报. 2006(2): 2-3.
[9] 孔琳. BIM 技术在绿色施工中应用[C]. 中国建筑 2013 年技术交流会论文集 · 成都: 中建八局西南公司, 2013:526-531.

Application of BIM for Green Projects of Tianmen Agricultural E-Commerce High-Tech Industrial Park

Huang Yuting[1], Cheng Xiangdong[1], Tang Wenhua[1], Xu Nianzhe[1], Liu Zhengbin[2]

(1. *School of Environmental Engineering*, *Wuhan Textile University*, *Wuhan* 430200, *China*;
2. *Hubei Tianyi Design Co.*, *Ltd.*, *Wuhan* 430061, *China*)

Abstract: With the development of society and technology, the demand of BIM-based application in green building design also increases. This paper introduces a green-aimed and BIM-assisted project of Tianmen agricultural e-commerce high-tech industrial park, which during its life cycle, applies the building modeling, building energy consumption analyzing and adjusting, and various specialties coordinating and optimizing, to assist to achieve higher green index and better green building. By exploring the green sustainability of the design scheme, the environmental performance of the building is promoted, and the goal of environmental protection and resource saving of green building is achieved. The works in this paper will provide theoretical and practical references for the future design and BIM application in the field of green building design.

Key Words: BIM Technology; Application for Green Building; Whole Life Cycle